

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-268428
(43)Date of publication of application : 25.09.2003

(51)Int.Cl. C21C 1/00
C21B 5/00
G05B 19/418
G06F 17/60

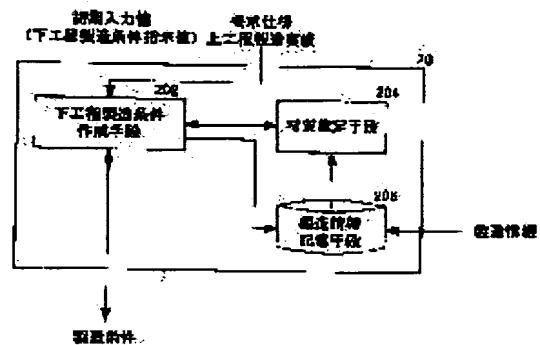
(21)Application number : 2002-064030 (71)Applicant : JFE STEEL KK
(22)Date of filing : 08.03.2002 (72)Inventor : SHIGEMORI HIROYASU
OKAMURA ISAMU

(54) APPARATUS FOR CONTROLLING QUALITY OF STEEL PRODUCT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide instruction values for manufacturing conditions in the a subsequent process, which satisfy required specifications, according to the actual manufacturing results in the preceeding process.

SOLUTION: An apparatus for controlling the quality of a steel product comprises a manufacturing information memory means for storing each order and result values on a material composition and an operating condition, and the quality result, on previously manufactured every product, as examples; a quality estimation means for estimating the quality to be obtained when the product is manufactured on the basis of the instruction values on the material composition and the operating condition, input by using the stored data in the above manufacturing information memory means; and a product quality control means for acquiring the required specifications and the manufacturing results in the upper process, and outputting the order value for the operating condition in the lower process, which can manufacture the product of satisfying the required specifications, from the estimated quality and the estimated error which have been output from the above quality estimation means.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.04.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-268428

(P2003-268428A)

(43)公開日 平成15年9月25日(2003.9.25)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
C 2 1 C 1/00		C 2 1 C 1/00	3 C 1 0 0
C 2 1 B 5/00		C 2 1 B 5/00	4 K 0 1 4
G 0 5 B 19/418		G 0 5 B 19/418	Z
G 0 6 F 17/60	1 0 8	G 0 6 F 17/60	1 0 8

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2002-64030(P2002-64030)

(22)出願日 平成14年3月8日(2002.3.8)

(71)出願人 000001258

J F E スチール株式会社

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号

(72)発明者 茂森 弘靖

岡山県倉敷市水島川崎通一丁目(番地なし) 川崎製鉄株式会社水島製鉄所内

(72)発明者 岡村 勇

岡山県倉敷市水島川崎通一丁目(番地なし) 川崎製鉄株式会社水島製鉄所内

(74)代理人 100080458

弁理士 高矢 論 (外2名)

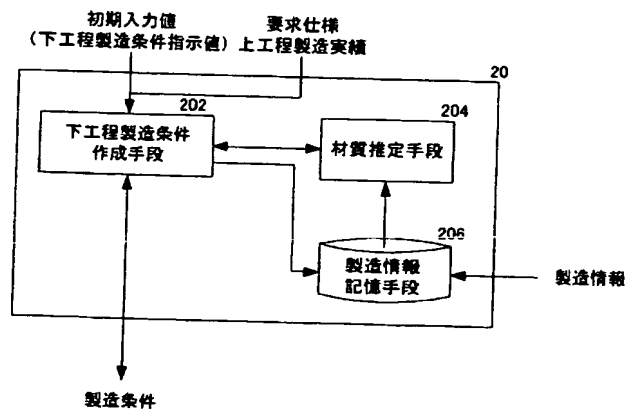
Fターム(参考) 3C100 AA70 BB05 BB27 CC11 EE10
4K014 AE00

(54)【発明の名称】 鋼材の製品品質制御装置

(57)【要約】

【課題】 上工程の製造実績に応じて、要求仕様を満足する下工程の製造条件指示値を得る。

【解決手段】 過去に製造した製品毎に、素材成分と操業条件それぞれの指示値と実績値、及び、材質実績値を事例として蓄積する製造情報記憶手段と、入力される素材成分及び操業条件の指示値に基づいて製品を製造した時に得られる材質を、前記製造情報記憶手段に蓄積されたデータを利用して推定する材質推定手段と、要求仕様及び上工程の製造実績を取得し、前記材質推定手段から出力された材質推定値とその推定誤差から、要求仕様を満足する製品を製造することが可能な下工程の操業条件の指示値を出力する製品品質制御手段と、を備えた鋼材の製品品質制御装置により、前記課題を解決する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】過去に製造した製品毎に、素材成分と操業条件の実績値、及び、材質実績値を事例として蓄積する製造情報記憶手段と、

入力される素材成分及び操業条件の指示値に基づいて製品を製造した時に得られる材質を、前記製造情報記憶手段に蓄積されたデータを利用して推定する材質推定手段と、

要求仕様及び上工程の製造実績を取得し、前記材質推定手段から出力された材質推定値とその推定誤差から、要求仕様を満足する製品を製造することが可能な下工程の操業条件の指示値を出力する製品品質制御手段と、
を備えたことを特徴とする鋼材の製品品質制御装置。

【請求項 2】過去に製造した製品毎に、素材成分と操業条件それぞれの指示値と実績値、及び、材質実績値を事例として蓄積する製造情報記憶手段と、

前記製造情報記憶手段に蓄積されたデータから製造実績推定モデルを作成し、該モデルを用いて、入力される素材成分及び操業条件の指示値をもとに素材成分の実績値と操業の実績を推定する製造条件実績推定手段と、

該製造条件実績推定手段から出力された素材成分実績推定値と操業条件実績推定値を用いて、前記製造情報記憶手段に蓄積されたデータを利用して製品材質を推定する材質推定手段と、
要求仕様及び上工程の製造実績を取得し、前記材質推定手段から出力された材質推定値とその推定誤差から、要求仕様を満足する製品を製造することが可能な下工程の操業条件の指示値を出力する製品品質制御手段と、
を備えたことを特徴とする鋼材の製品品質制御装置。

【請求項 3】前記製造条件実績推定手段が作成する製造実績推定モデルは最新データを用いて更新されていることを特徴とする請求項 2 に記載の鋼材の製品品質制御装置。

【請求項 4】前記材質推定手段は、
材質に与える影響の大きい入力変数をルールに従って限定する入力変数限定手段と、
該限定した入力変数を用いて距離関数を定義し、この距離関数を用いて前記製造情報記憶手段に蓄積されている素材成分実績値と操業条件実績値を用いて入力値との距離を計算し、計算した距離に基づいて入力値に近い事例を抽出し、該抽出された事例の材質実績値から材質の推定値及びその推定誤差を計算し、出力する材質推定計算手段と、
を備えてなることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の鋼材の製品品質制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、製品品質制御装置に係り、特に、铸造された鋼材を、加熱、圧延、冷却、熱処理などして製品の材質を作ら込む際に用いるのに好

適な、上工程の製造実績（成分や操業条件）から要求仕様（機械試験特性値範囲）を満足する下工程の製造条件（成分や操業条件）の指示値を決定することが可能な、製品品質制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】客先から鋼材製品の発注があると、機械試験特性値範囲など、客先の製品に対する要求仕様から製品を製造するための製造条件を決定し、該製品を製造する。

【0003】製造の途中において、それまでの工程（上工程）で製造実績が品質設計で決定した指示値と異なった場合、それ以降の工程（下工程）で品質設計で決定したとおりに製造すると、要求仕様を満足する品質が得られない。そのため、製造の途中で、上工程の製造実績を元に、要求仕様を満足するように下工程の製造条件指示値を変えている。

【0004】その方法として、従来は、機械試験特性値の目標値を定め、それが得られる下工程の製造条件指示値を、材質予測モデルを元に求めることが一般に行われている。既存の材質予測モデルは、製造実績から材質の予測値を出力するものである。

【0005】例えば、特開平 5-287341 には、製造条件指示値の範囲と、そのときの機械試験特性実績範囲を格納したデータベースを基に、要求仕様を満足する製造条件を求める方法が記載されている。更に、特開平 5-287342 には、要求仕様を満足する実績が無い場合、既存の材質推定モデルを用いて材質を推定し、要求仕様を満足する製造条件を求めることが記載されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の材質推定モデルを用いて材質を推定する方法は、過去の製造実績を基に材質の推定値を出力するだけで、その推定誤差をも評価するものではない。従って、材質推定値から決定される下工程の製造条件を用いて製品を製造したとしても、その製品が必ずしも要求仕様を満足するとは限らない。

【0007】又、一般に鋼材の製造実績は、製造条件の指示値に対して、あるばらつきやバイアスを持っていて、これらは製造条件指示値に対する誤差となる。しかもばらつきやバイアスを発生させる要因は、生産設備の能力、保守状況、制御精度、あるいはオペレータの技能や経験等から定まる操業実力の変動により変化する。

【0008】しかしながら、従来の方法では、このような誤差要因や誤差の経年変化を考慮できないので、従来の材質推定方法で求めた製造条件を用いて製品を製造しても該製品の材質実績が要求仕様を満足する保証はない。更に、設備改善や操業改善等により操業実力が向上しているにも拘わらず、古い製造実績に基づいて製造条件を決定すると、必要以上に高度の制御が要求されてし

まう等の問題点を有していた。

【0009】本発明は、前記従来の問題点を解消するべくなされたもので、上工程の製造実績から、要求仕様を満足する最適な下工程の製造条件指示値を得ることができる製品品質制御装置を提供することを第1の課題とする。

【0010】本発明は、又、操業実力の変動にも対応できる、鋼材の製品品質制御装置を提供することを第2の課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、過去に製造した製品毎に、素材成分と操業条件それぞれの指示値と実績値、及び、材質実績値を事例として蓄積する製造情報記憶手段と、入力される素材成分及び操業条件の指示値に基づいて製品を製造した時に得られる材質を、前記製造情報記憶手段に蓄積されたデータを利用して推定する材質推定手段と、要求仕様及び上工程の製造実績を取得し、前記材質推定手段から出力された材質推定値とその推定誤差から、要求仕様を満足する製品を製造することが可能な下工程の操業条件の指示値を出力する製品品質制御手段と、を備えたことを特徴とする鋼材の製品品質制御装置である。

【0012】また、過去に製造した製品毎に、素材成分と操業条件それぞれの指示値と実績値、及び、材質実績値を事例として蓄積する製造情報記憶手段と、前記製造情報記憶手段に蓄積されたデータから製造実績推定モデルを作成し、該モデルを用いて、入力される素材成分及び操業条件の指示値をもとに素材成分の実績値と操業の実績を推定する製造条件実績推定手段と、該製造条件実績推定手段から出力された素材成分実績推定値と操業条件実績推定値を用いて、前記製造情報記憶手段に蓄積されたデータを利用して製品材質を推定する材質推定手段と、要求仕様及び上工程の製造実績を取得し、前記材質推定手段から出力された材質推定値とその推定誤差から、要求仕様を満足する製品を製造することが可能な下工程の操業条件の指示値を出力する製品品質制御手段と、を備えたことを特徴とする鋼材の製品品質制御装置である。

【0013】なお、前記製造条件実績推定手段が作成する製造実績推定モデルは最新データを用いて更新されているものとするのが好適であり、また、前記材質推定手段は、材質に与える影響の大きい入力変数をルールに従って限定する入力変数限定手段と、該限定した入力変数を用いて距離関数を定義し、この距離関数を用いて前記製造情報記憶手段に蓄積されている素材成分実績値と操業条件実績値を用いて入力値との距離を計算し、計算した距離に基づいて入力値に近い事例を抽出し、該抽出された事例の材質実績値から材質の推定値及びその推定誤差を計算し、出力する材質推定計算手段と、を備えているのが好適である。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明による第1の実施形態について詳細に説明する。

【0015】図1において、20は本実施形態に係る製品品質制御装置である。該製品品質制御装置20には、ローカルエリアネットワーク（LAN）30を介して、製造実績収集装置22と材料試験実績収集装置24が接続されている。これら各装置20、22、24は計算機、例えばワークステーションから構成することができる。

【0016】製造実績収集装置22は、図2に示す如く、過去に製造した製品14毎に、素材（鋳片）10の成分の指示値と実績値、および、加熱、圧延、冷却、熱処理などの製造プロセス12における操業条件の指示値と実績値、を収集し、製品品質制御装置20へ供給する。また、材料試験実績収集装置24は、同じく、過去に製造された製品14毎に、製品の材料試験で得られる機械試験特性値実績（強度、靱性等。以下材質実績値と称する）を収集し、製品品質制御装置20へ供給する。

【0017】製品品質制御装置20は、図3に示す如く、下工程の製造条件作成手段202、材質推定手段204、及び、製造情報記憶手段206を備えており、上工程の製造実績の誤差及び材質モデルの誤差を加味して、要求仕様をする下工程の製造条件（成分および操業条件）の指示値を出力するものである。

【0018】製造情報記憶手段206には、前記製造実績収集装置22及び材料試験実績収集装置24で収集された製造条件の指示値と実績値、及び、材質実績値が事例として蓄積される。具体的には、図4に示す如く、製品毎の素材成分（成分1～成分K）の指示値と実績値、操業条件（操業1～操業L）の指示値と実績値、及び材質実績値（材質1～材質M）が記載された表形式のデータベース（1行分が過去に製造された製品14毎のデータであり、1事例に相当する）とすることができる。この製造情報記憶手段206に蓄積されたデータベースは、更に素材成分や操業条件に近いグループに分類（クラスタリングと称する）して、各グループ毎のデータベースとして製造情報記憶手段に蓄積させることもできる。

【0019】材質推定手段204は、製造情報記憶手段206に蓄積された製造条件の実績値及び材質実績値をもとに、ある製造条件（素材の成分指示値及び操業条件の指示値）で製造した場合の製品材質を推定するとともに、その推定誤差も併せて求める。

【0020】また、製造条件作成手段202は、要求仕様及び上工程の製造実績を取得し、下工程の素材成分及び操業条件の指示値を変化させて、材質推定手段204に材質推定を行うように指示するとともに、その指示値に対する材質予測値及びその誤差範囲を求め、材質推定手段が求めた材質推定値および推定誤差を用いて、要求

仕様の範囲内にある下工程の製造条件指示値を検索して出力するものである。

【0021】次に、上記材質推定手段204について詳細に説明する。材質推定手段204は図5に示すように、入力変数限定手段204A、材質推定計算手段204B、及び、入力変数限定ルール格納手段204Cを備えている。

【0022】前記入力変数限定ルール格納手段204Cには、多数の入力変数の中から製品材質の推定に使用する入力変数を選択するためのルールが格納されている。即ち、製品の材質に影響を与える要因には、素材（鋳片）の化学成分（含有元素、含有量等）、加熱条件（鋼材抽出温度、在炉時間等）、圧延条件（鋼材温度履歴、圧延寸法、圧下率、圧延速度等）、冷却条件（鋼材温度履歴、冷却速度等）、熱処理条件（炉内温度履歴、炉内雰囲気等）等、非常に多くのものがあり、例えば50～100にも昇る。このような多数の材質影響要因を有する対象に対して、全ての材質影響要因を変数（入力変数）として材質推定を行うと、入力空間の次元が多すぎて推定に非常に長い時間を要することから、材質推定に使用する入力変数を選択することで推定に要する時間の短縮を図る。そのためのルールを格納するのが入力変数限定ルール格納手段204Cである。例えば、材質を作り込む冶金プロセスには、素材のある成分Aは、ある含有量a以上にならないと材質に影響しないという特性がある。従って、入力変数Aは入力値a以上の入力空間領域では材質推定に用いるが、入力値a未満の領域では用いない。このように入力変数の特性に着目して、入力空間の領域により、入力変数を限定することができる。こうした入力変数限定ルールは、様々な方法で作成できる。例えば、物理現象に関する先見情報を蓄積したルールを予め作成しておくことができる。あるいは、決定木などにより、蓄積したデータから自動的にルールを作成することもできる。

【0023】入力変数限定手段204Aは、材質を推定しようとする製品に関する入力情報、即ち、素材の成分指示値（含有元素、含有量等）及び製造プロセス12における加熱条件（鋼材抽出温度、在炉時間等）、圧延条件（鋼材温度履歴、圧延寸法、圧下率、圧延速度等）、冷却条件（鋼材温度履歴、冷却速度等）、熱処理条件（炉内温度履歴、炉内雰囲気等）などの操作条件の指示値を基に、入力変数限定ルールを参照して材質推定に使用する入力変数を選択・限定し、この結果を材質推定計算手段204Bに出力する。更に、入力された各指示値の中から限定された入力変数に対応する指示値を抽出して、材質推定計算手段204Bに出力する。

【0024】材質推定計算手段204Bは、入力変数限定手段204Aで選択された入力変数を用いて距離関数（後述）を定義し、この距離関数を用いて、製造情報記憶手段206に貯蔵されているデータの中から、入力値

に近いデータを有する事例を複数個抽出する。そして抽出された事例の材質実績値を用いて、材質を推定して出力する。併せて、推定誤差も出力する。

【0025】ここで、上記製品品質制御装置20は1つの計算機の中に構築することもできるが、複数計算機で構築するようにしてもよい。

【0026】以上の構成からなる鋼材の製品品質制御装置20を用いて、下工程における操作条件を求める手順を、図6を参照して説明する。

【0027】まず、ステップS1で、ある要求仕様を有する製品Pjに関する、下工程の素材成分の指示値及び操作条件の指示値を製品品質制御装置20に入力する。ここで入力する各指示値は特に厳密さは必要なく、経験や過去の実績等から適宜決定すればよい。また、この入力は人間が行ったり、他の計算機から行うようにしたり、あるいは、下工程の製造条件作成開始の入力があった時点で、製品品質制御装置自身に自動生成させるなど、いかようにしてもよい。

【0028】次にステップS2で、初期入力された製品Pjに関する指示値をもとに、製造条件作成手段202は、材質推定手段204に製品材質の推定を行うよう指令を出し、材質推定手段204は、図7に示すサブルーチンに従って材質の推定を行う。

【0029】即ち、まずステップS21で、入力変数限定手段204Aは入力変数限定ルール格納手段204Cに格納されているルールを参照して、ステップS1で入力された製品Pjに関する指示値（素材の成分とその含有量、加熱炉における鋼材抽出温度や在炉時間、熱間圧延における圧延温度、圧下率、寸法、及び圧延速度、その他各種製造条件）を基に、材質に対する影響が大きい入力変数を選択する。例えば、素材成分中の不可避的不純物Pは通常含有量が0.01質量%以下であれば製品の材質に悪影響を及ぼさないが、これより多く含有されると材質に影響を与えるというルールがあれば、入力されたPの含有量が0.006質量%の場合は、Pは入力変数とはされないが、0.02質量%であれば、入力変数として選択されることになる。このようにして限定された入力変数、及びこれらの入力変数に相当する入力値（指示値）は材質推定計算手段204Bに供給される。

【0030】次いで、ステップS22に進み、材質推定計算手段204BはステップS21で抽出された入力変数、入力値、及び製造情報記憶手段206に格納されたデータ中で前記抽出された入力変数に対応するデータを用いて、距離関数を定義する。距離関数としては、例えば、選択された入力変数の数に相当する次元を有する空間におけるユークリッド距離を用いることができる。ユークリッド距離Lは、入力された指示値を（X10、X20、・・・）とし、製造情報記憶手段206内のデータを（X1、X2、・・・）とすると、次式で表わされる。

【0031】

$$L = [w_1 (X_1 - X_{10})^2 + w_2 (X_2 - X_{20})^2 + \dots]^{1/2} \quad \dots (1)$$

ここで、 w_i は重み係数であり、例えば、入力値が材質（即ち出力値）に与える影響を多重回帰分析により求めることができる。

【0032】そして、上記（1）式に基づいて製造情報記憶手段206に貯蔵されている各事例のデータと入力値の間の距離を計算する。この距離は貯蔵されている事例の数だけ算出される。

【0033】次いでステップS23に進み、図8に示す如く、入力値の近傍にある事例のデータを製造情報記憶手段206に蓄積されているデータから取得する。これには様々な方法があるが、例えば製造情報記憶手段206の中のデータで、前記（1）式で計算した距離Lが小さい方からN個（Nは予め定めた定数）の事例のデータを入力値近傍にある事例のデータと定義することができ

$$\begin{aligned} [\text{材質1}] &= \Sigma \text{材質1}_i / N \\ [\text{材質2}] &= \Sigma \text{材質2}_i / N \\ &\dots \dots \dots \\ [\text{材質M}] &= \Sigma \text{材質M}_i / N \end{aligned}$$

ここで、 $i = 1 \sim N$

【0037】出力値（材質推定値）としては、例えば、引張強度、降伏点、伸び、シャルピー吸収エネルギーなどの材質を表わす出力変数を用いることができる。

【0038】上述のステップS23、S24の処理は、いずれも材質推定計算手段204Bが行い、その結果は製造条件作成手段202に出力される。

【0039】次に図6のステップS3に進み、材質推定手段204が求めた材質推定値及び推定誤差を用いて、製造条件作成手段202は、下記式に基づく判定、即ち、推定誤差を考慮した材質推定値が要求仕様の許容範囲内かどうかを判定する。

【0040】要求仕様の下限値 \leq 材質推定値 \pm 推定誤差

$$\begin{aligned} [\text{成分1}]_{i+1} &= [\text{成分1}]_i + \langle -\alpha_1, 0, +\alpha_1 \rangle \\ [\text{成分2}]_{i+1} &= [\text{成分2}]_i + \langle -\alpha_2, 0, +\alpha_2 \rangle \\ &\dots \dots \dots \\ [\text{成分K}]_{i+1} &= [\text{成分K}]_i + \langle -\alpha_K, 0, +\alpha_K \rangle \\ [\text{操業1}]_{i+1} &= [\text{操業1}]_i + \langle -\beta_1, 0, +\beta_1 \rangle \\ [\text{操業2}]_{i+1} &= [\text{操業2}]_i + \langle -\beta_2, 0, +\beta_2 \rangle \\ &\dots \dots \dots \\ [\text{操業L}]_{i+1} &= [\text{操業L}]_i + \langle -\beta_L, 0, +\beta_L \rangle \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} (4) \\ (5) \end{array} \right\}$$

【0044】式中の α 、 β は各成分、各操業条件の増減分であり、予め実験的、経験的に決めておく必要がある。 $\langle \rangle$ は、この $\langle \rangle$ 中のいずれか1つを選択することを意味する。成分1を例にとれば、現在の成分1の指示値 $[\text{成分1}]_i$ に α_1 だけ増加させて新指示値 $[\text{成分1}]_{i+1}$ とするケース、 α_1 だけ減じて新指示値 $[\text{成分1}]_{i+1}$ とするケース、あるいは、 $[\text{成分1}]_i$ をそのまま新指示値 $[\text{成分1}]_{i+1}$ とするケースがある。

る。

【0034】次いでステップS24に進み、入力値の近傍にある取得された事例のデータか材質に関連するデータ（図4の材質1～材質Mの実績値）を用いて、その入力値に対する材質推定値（出力値）とその推定誤差を計算する。

【0035】これには、様々な方法があるが、例えば上記のようにして取得された材質に関連する実績データの平均値 $[\text{材質1}] \sim [\text{材質M}]$ を次式で算出し、これらを材質推定値として出力し、同じくそれらの標準偏差を計算し、推定誤差として出力することができる。あるいは、特開平6-95880に記載されているように、近傍の事例との類似度を評価することもできる。

【0036】

$$\dots (2)$$

\leq 要求仕様の上限值 $\dots (3)$

【0041】（3）式を満足した場合には、ステップS4に進んで、上記判定に使用した下工程の製造条件指示値を図示しない記憶手段に記憶し、ステップS5に進む。一方、ステップS3で（3）式を満足しなかった場合には、ステップS5に飛ぶ。

【0042】ステップS5では、取り得る下工程製造条件指示値の全てについて、材質推定を行ったか否かを判定し、判定結果が否である場合にはステップS6に進み、下記（4）式、（5）式に従って下工程製造条件指示値を変更し、ステップS2に戻る。

【0043】

【数1】

分1] $_{i+1}$ とするケース、あるいは、 $[\text{成分1}]_i$ をそのまま新指示値 $[\text{成分1}]_{i+1}$ とするケースがある。

【0045】一方、ステップS5において、取り得る下工程製造条件指示値の全てについて、材質推定を行ったと判定された場合にはステップS7に進み、それら各製品の下工程製造条件指示値を出力して終了する。

【0046】なお、上記のようにして得られた下工程製造条件指示値は、製造情報記憶手段206に記憶するようにしておけば、これに対応する下工程製造条件実績値と材質実績値を収集するだけで、事例を追加できる。

【0047】次に本発明による第2の実施形態について述べる。

【0048】この実施形態に係る製品品質制御装置20'を図9に示す。前述した第1の実施形態に係る製品品質制御装置20とは、製造条件推定手段210を付加した点で異なり、その他についてはほぼ同様の構成であるので、製造条件推定手段210を中心に説明し、その他の説明は省略する。

【0049】製造条件推定手段210は、製造条件作成手段202からの指令があると、製造情報記憶手段206に蓄積されている、過去に製造した製品毎の素材成分の指示値とその実績値、及び、製造条件の指示値とその実績値、を基に製造実績推定モデルを作成し、このモデルを用いて、新たに製造しようとする製品の素材成分の指示値と製造条件の指示値に対する実績値を推定する（実際に製造した場合の実績値を意味するのではなく、現在の操業実力で製造すれば、こうなるであろうと推定される実績推定値を算出する）と同時に、その結果を材質推定手段204へ出力する。

【0050】前述の第1実施形態では、製造条件指示値を用いて材質を推定するようにしているが、本実施形態では、製造実績推定モデルで推定した製造実績推定値を用いて材質を推定するようにしているので、製造条件指示値に対する製造実績のバイアスやばらつきに起因する誤差を排除することができる。

【0051】上記製造実績推定モデルは、例えば、図10に示すように、製造情報記憶手段206に蓄積された事例300個のデータを用いて、各パラメータ毎に、製造条件の指示値を横軸（入力）とし、製造条件の実績値を縦軸（出力）として最小2乗法で線形回帰式を作成して、これをモデルとすることができる。

【0052】さらにこの製造実績推定モデルは、製造情報記憶手段206に新たな事例が蓄積される毎に、事例300個のなかで、最も古い事例を削除するようにして、該モデルを更新するように構成することができる。このように構成することで、該モデルは現在の操業実力を反映したものとなり、従って操業実力の経年変化にも対応することが可能となる。なお、本実施形態による製品品質制御装置20'は1つの計算機の中に構築することもできるが、複数計算機で構築するようにしてもよい。

【0053】図11に本実施形態での、製造条件を作成するための手順を示す。図6に示したフローチャートにステップS11を追加したものであり、説明は省略する。

【0054】上記2つの実施形態においては、製造情報

記憶手段に蓄積されている事例を、特にクラスタリングしていないが、素材成分、操業条件が広範囲にわたる場合には事例を近いグループにクラスタリングし、各グループ毎のデータベースを製造情報記憶手段206に構築するようにしてもよい。例えば、成分Cの含有量に応じて、極低炭素鋼、低炭素鋼、中炭素鋼、高炭素鋼のようなグループにクラスタリングすることが考えられる。これによれば、信頼性の高い推定値を得ることができ、また、推定に要する時間を更に短縮することができる。

【0055】また、製品品質制御装置20への過去の事例収集は、製造実績収集装置22、材料試験実績収集装置24が行うことで説明したが、これに限らず、人間が直接入力してもよいし、フロッピー（登録商標）ディスクなどの記録媒体を介してもよい。

【0056】さらに、材質推定値の推定誤差は材質推定計算手段204Bが計算、出力することで、説明したが、別の手段が行うようにしてもよい。

【0057】なお、製造情報記憶手段206は、素材の指示値と実績値、操業条件の指示値と実績値、及び、材質実績値を蓄積することで説明したが、第1実施形態では、素材の指示値及び操業条件の指示値は使用しないから、これらを必ずしも蓄積する必要はない。

【0058】

【発明の効果】本発明によれば、上工程の製造実績に応じて、製造実績の誤差や材質モデルの誤差を加味して、要求仕様を満足する下工程の製造条件指示値を得ることができる。従って、設計した製造条件指示値を与えたときに、材質実績が要求仕様を外れて不良が発生する頻度を削減することができる。

【0059】また、製造条件を作成する際、製造条件推定手段による製造条件の実績推定値を用いる場合には、より製造設備の実力を反映することができる。

【0060】さらにこの際、製造条件推定手段が最新の製造条件の指示値と実績値を用いることで、操業実力の変動にも的確に対応できる。

【0061】なお、製造条件を作成するにあたって使用する材質推定手段として、材質に与える影響の大きい入力変数を限定する入力変数限定手段と、限定した入力変数を用いて作成した距離関数を基に材質推定値及びその推定誤差を計算し、出力する材質推定計算手段と、を有するものを用いることで、高精度の製造条件を作成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実現するに好適な装置構成を示すブロック図

【図2】図1の装置構成において、過去の製造情報を収集している様子を示すブロック図

【図3】第1の実施形態による製品品質制御装置を示すブロック図

【図4】前記実施形態で用いられる材質データベースの

例を示す図表

【図5】材質推定手段を示すブロック図

【図6】製品品質制御の手順を示す流れ図

【図7】材質推定の手順を示す流れ図

【図8】入力データの近傍の事例データから局所的に推定するモデルを示す図

【図9】第2の実施形態による製品品質制御装置を示すブロック図

【図10】製造条件推定モデルを示す図

【図11】製品品質制御の手順を示す流れ図

【符号の説明】

10…素材

12…製造プロセス

14…製品

20…製品品質制御装置

22…製造実績収集装置

24…材料試験実績収集装置

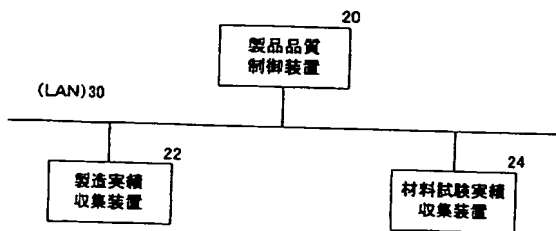
202…製造条件作成手段

204…材質推定手段

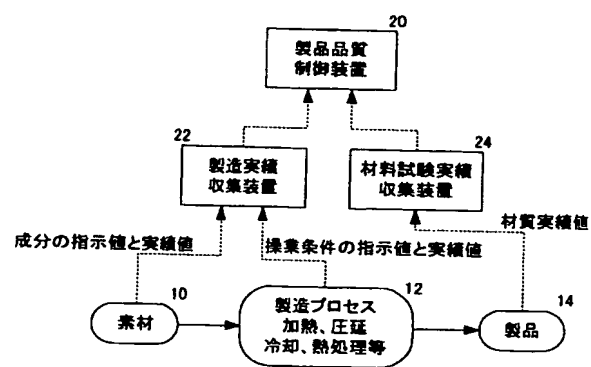
206…製造情報記憶手段

10 210…製造条件推定手段

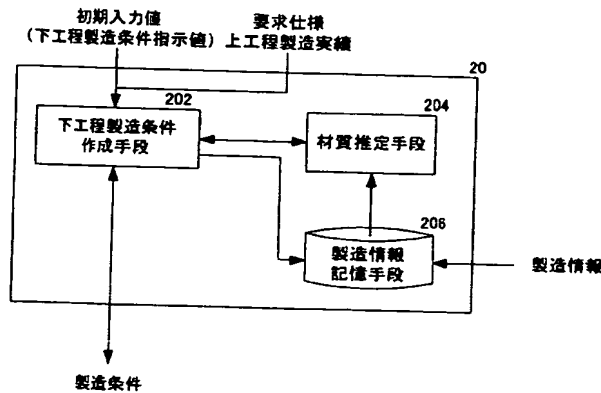
【図1】



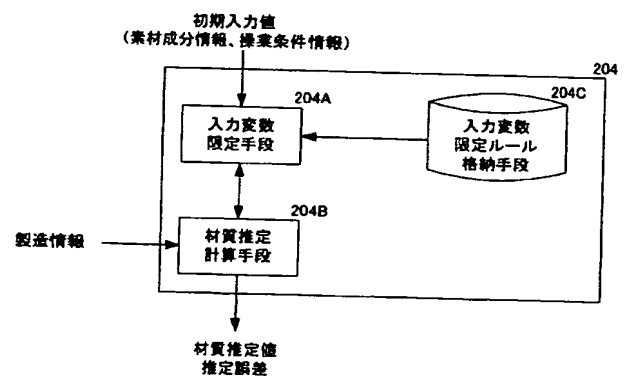
【図2】



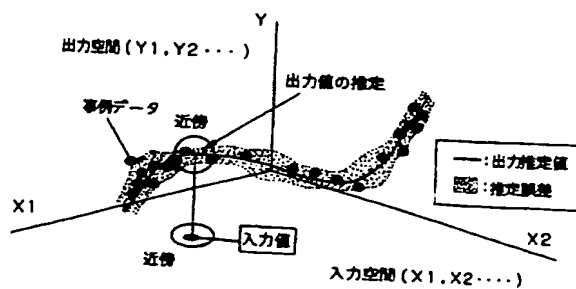
【図3】



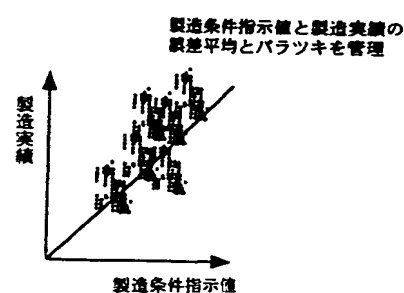
【図5】



【図8】



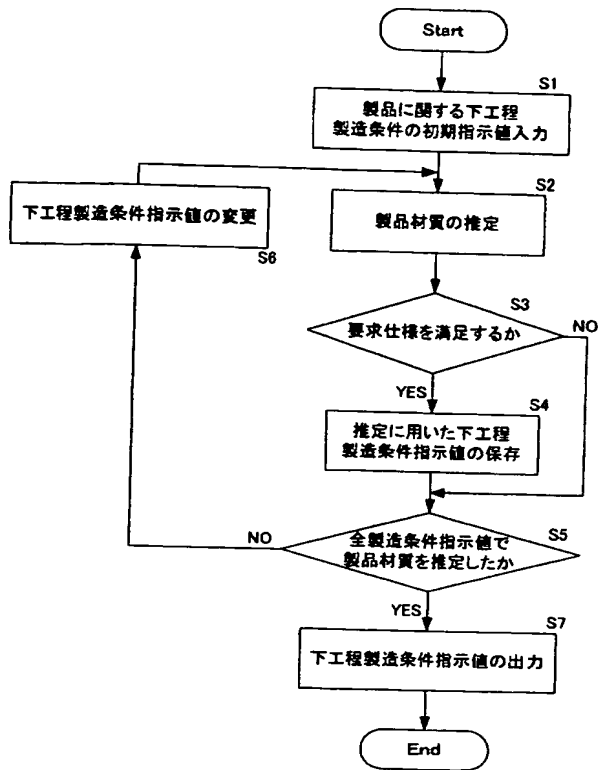
【図10】



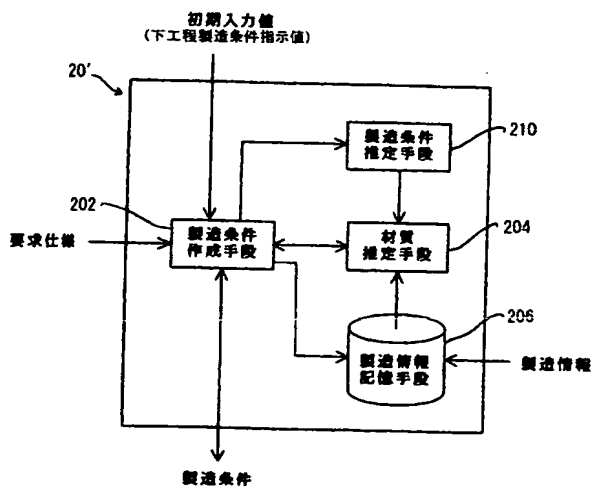
【図 4】

No.	成分1		成分K		提案1		提案L		材質1	材質M
	指示値	実値値		指示値	実値値	指示値	実値値		指示値	実値値			実値値
1	sa11	a11		sa1K	a1K	sb11	b11		sb1L	b1L	c11		c1M
2	sa21	a21		sa2K	a2K	sb21	b21		sb2L	b2L	c21		c2M
3	sa31	a31		sa3K	a3K	sb31	b31		sb3L	b3L	c31		c3M
.													
.													
.													
.													
N	saN1	aN1		saNK	aNK	sbN1	bN1		sbNL	bNL	cN1		cNM

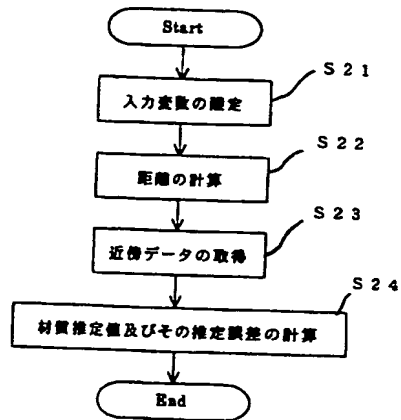
【図 6】



【図 9】



【図 7】



【図 11】

